



Historická geologie:

studuje vývoj Země, prostředí na Zemi a vývoj života v čase

kombinuje údaje z mnoha dílčích geologických disciplín

- **sedimentologie**
- **stratigrafie**
- **strukturní geologie**
- **geotektoniky (deskové tektoniky) a paleogeografie**
- **paleobiogeografie**
- **paleontologie**

Zkoumá geologickou historii jako výkyvy (změny parametrů) v čase a vysvětluje procesy (pravidla a principy, které tyto výkyvy řídí).

Hlavní témata:

- **Paleoenvironmentální analýza:** interpretuje podmínky prostředí z horninového záznamu (např. říční a jezerní systémy, laguny, hlobokomořské systémy, atd.)
- **Geologický čas:** jak určovat číselné a relativní stáří hornin
- **Časové a stratigrafické škály:** jejich konstrukce a interpretace
- **Orogeze:** vznika (a zánik) horských pásem
- Princip **biotické evoluce**
- **Vznik a pohyb kontinentů** (kontinentální hornin) v čase
- Původ, diverzifikace a vymírání **hlavních skupin organismů** v historii Země

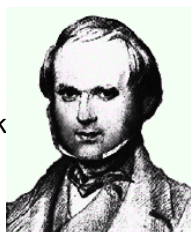


STRATIGRAFIE

- „Nauka o vrstevních sledech“ (princip superpozice)
Zabývá se relativním měřením času v geologii
- Studuje „horninové jednotky“ a interpretuje horninové sledy jako sled událostí v dějinách Země („klíč“ k pochopení historie planety Země)
- Součástí téměř všech geologických disciplín (stáří hornin je jednou ze základních informací, se kterou pracují všichni geologové)

Historie

- N. Steno, 1669, Princip superpozice a související principy
- "No geology existed prior to Hutton"
J. Hutton, princip uniformity, uniformitarianismus
- Charles Lyell, Principles of Geology
- W. „Strata“ Smith, základy biostratigrafie, principle of faunal succession („stejných zkamenělin“)
- Lamarck, Darwin, evoluční teorie
- A. Gressley, pojem facie, interpretace
- horninových celků ve smyslu prostředí vznik



Charles Lyell (1797 - 1875)

- *The Principles of Geology* (1833 - 1875)

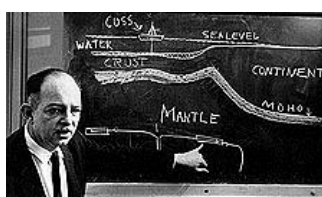


*A strong promoter of uniformitarian theory;

*A vehement opponent of catastrophism;

Geotektonické hypotézy

- J.D. Dana, J. Hall, geosynklinální hypotéza
- M. Bertrand, teorie příkrovů
- A. L. Wegener, kontinentální drift
- Harry Hess, sea-floor spreading
- J. Tuzo Wilson, transform faults, Wilson cycle



Datování hornin

- E. Rutherford, manželé Curieovi, objev radioaktivity, počátek 20. stol.
- W. F. Libby (Nobel prize 1960), ^{14}C dating





Chronostratigrafická škála

- Definice mnoha útvarů (Cambrian, Silurian, Devonian, Permian) v polovině 19. stol (R. Murchinson, A. Sedgwick)
- 2. pol. 19. stol., vytvoření chronostratigrafické škály
- Mezinárodní návody lito- a biostratigrafické klasifikace a nomenklatury, Hedberg 1976,



Základní stratigrafické principy



1. **Princip superpozice** – ve vertikálním sledu usazených nebo vulkanických hornin je horninová jednotka uložená MLADŠÍ než jednotka uložená níže. Směr dolů = postup v čase k starším obdobím; směr nahoru = postup v čase k mladším obdobím.
2. **Princip původní horizontality vrstev** – vrstvy hornin se původně ukládaly vodorovně nebo téměř vodorovně se zemským povrchem.
3. **Princip laterálního rozšíření vrstev** – horninová jednotka (vrstva) pokračuje laterálně (bočně), dokud nenarazí na překážku nebo změnu, která jí v tom zabrání.
4. **Princip průniku** – struktura, která protíná jinou strukturu je mladší; struktura, která je protnutá, je mladší
5. **Princip inkluze** – struktura, která je uzavřena (inkludována) v jiné struktuře, je starší než ona uzavírající struktura.
6. **Princip uniformity („uniformitarianismus“, „aktualismus“)** – procesy probíhající v minulosti byly podmíněny stejnými fyzikálními zákony, které platí dnes.

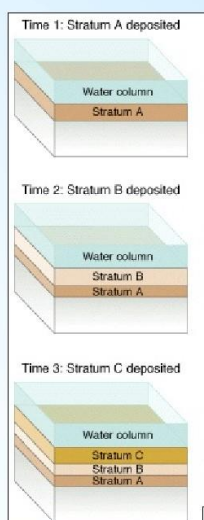


Fig 3-4

Reading the Record of Time in Sedimentary Rocks - Steno's Laws

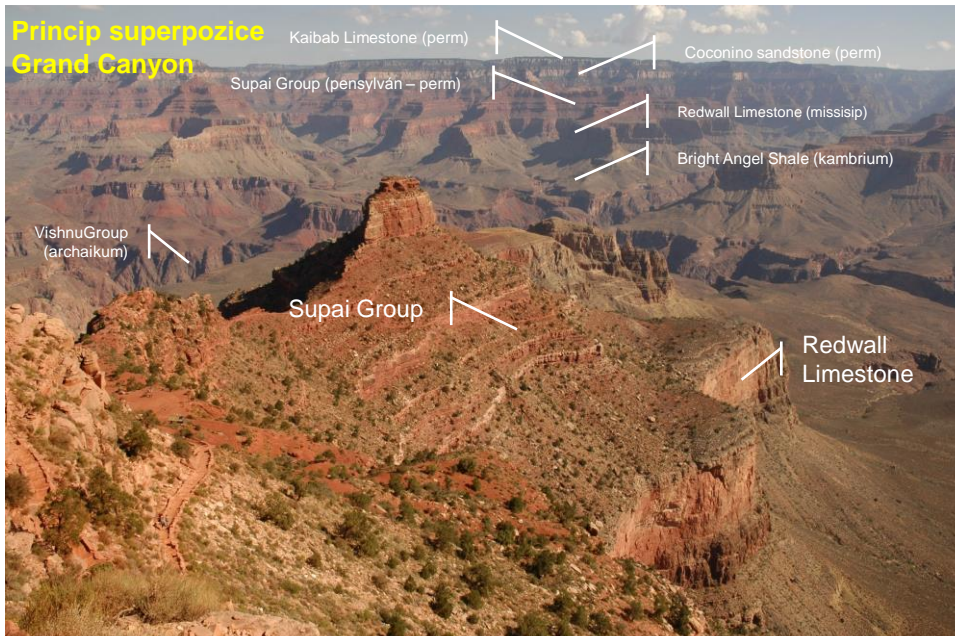
- Law of Superposition
 - sediment deposited in layers on seafloor or land surface
 - each succeeding layer buries strata underneath
 - oldest stratum at bottom
 - youngest stratum at top

PRINCIP SUPERPOZICE

•Ve sledu vrstev je jakákoli vrstva mladší než sled podložních vrstev a starší než vrstvy, které leží na ní. "... at the time when any given stratum was being formed, all the matter resting upon it was fluid, and, therefore, at the time when the lower stratum was being formed, none of the upper strata existed." Steno, 1669.

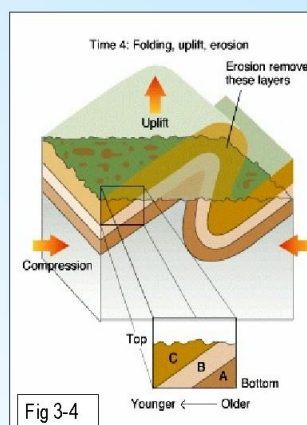


Princip superpozice Grand Canyon



Steno's Stratigraphic Laws

- Law of Superposition
 - strata are progressively younger from bottom to top of section
- Law of Original Horizontality
 - strata deposited in horizontal layers
 - tilted rocks have been deformed



PRINCIP PŮVODNÍ HORIZONTALITY

• Vrstvy se ukládají horizontálně a teprve poté mohou být deformovány do různých jiných pozic. „Vrstvy kolmé nebo šikmo ukloněné vůči horizontu byly kdysi rovnoběžné s horizontem.“ Steno, 1669.

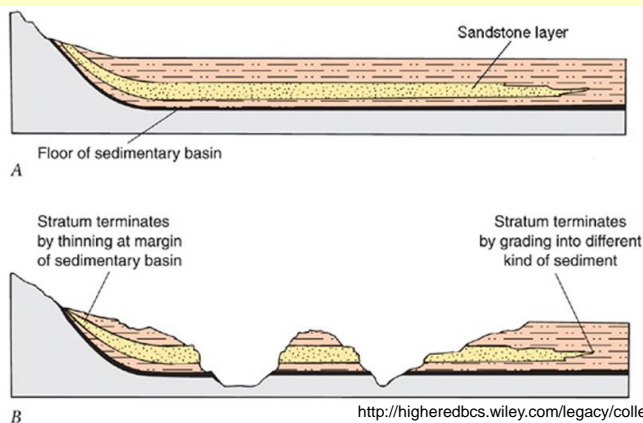
Princip původní horizontality vrstev ☺



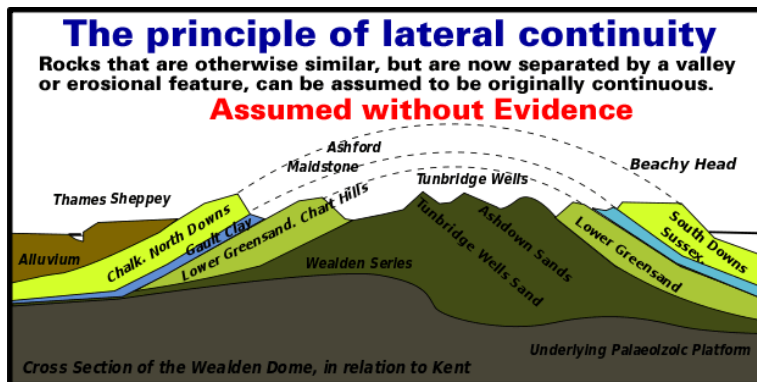
Princip laterální kontinuity vrstev

Vrstvy si lze představit tak, že pokračují do dálky od místa pozorování. „Materiál vytvářející vrstvu pokračoval nepřetržitě na povrchu Země až do místa, kde mu v cestě stála pevná překážka“ Steno, 1669

sedimentační pánev
eroze
vykliňování vrstev
stratigrafická korelace



http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/levin/0471697435/chap_tut/chaps/chapter02-02.html



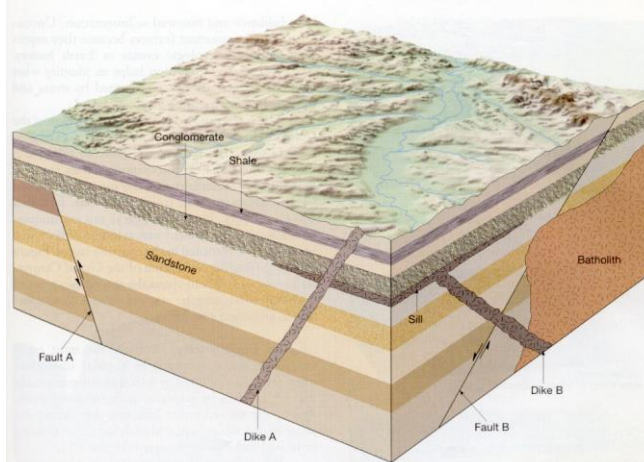
<https://malagabay.wordpress.com/2013/07/08/geology-the-dreadful-science/>



Relativní datování: stratigrafická inkluze, stratigrafický průnik

PRINCIP PRŮNIKU

* Objekty, které protínají vrstvy jsou pravděpodobně mladší než tyto vrstvy. „Jestliže těleso nebo diskontinuita protíná vrstvu, muselo vzniknout až po této vrstvě.“ Steno, 1669

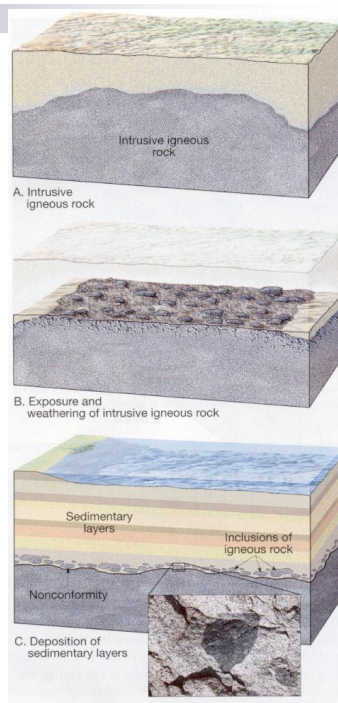
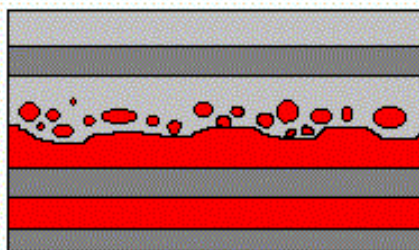


Relativní datování: stratigrafická inkluze, stratigrafický průnik

Princip inkluze See Levin, 5th edition, p. 14-15

Note the irregular erosional surface. This is an **unconformity**. The clasts (in the bed above the unconformity) are derived from the underlying (older) bed.

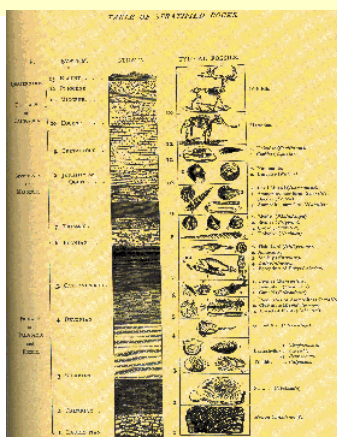
Klasy štěrku jsou **starší** než vrstva, která je obsahuje (inkluze). Vrstva obsahující štěrk musí být **mladší** než vrstva/těleso, ze které klasy pocházejí



Princip faunální sukcese byl formulován **Williamem Smithem** na konci 18. století, který pozoroval a studoval fosílie uzavřené v horninových vrstvách.

Princip říká, že **nejstarší fosílie ve sledu vrstev sedimentárních hornin se nachází v nejnižší ležící vrstvě** (vrstva A). Postupně mladší fosílie se objevují ve výše ležících vrstvách (vrstva B).

Jedná se o stejný princip jako superpozice, založený na biotické evoluci. Mladší organismy nahrazují starší, které vymírají.

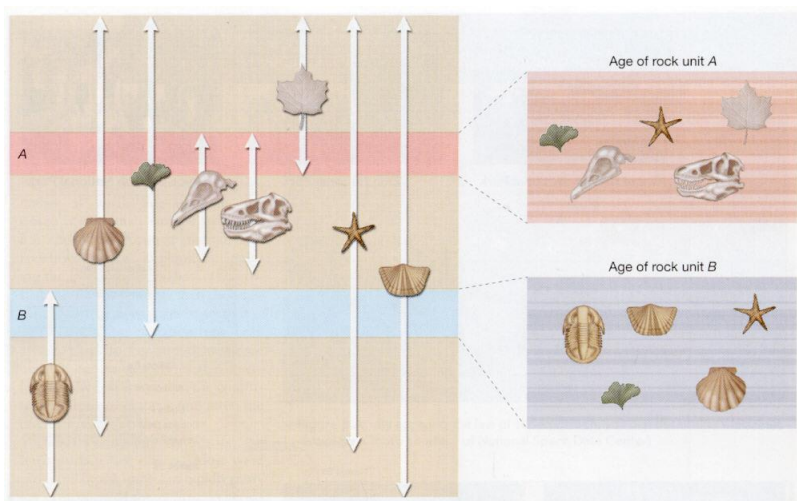


The Geological Record

- In Darwin's day the basic concepts of the new science of geology were just beginning to be filled in.
- In the 1790's an enthusiastic amateur, Wm. "Strata" Smith, had realized that the types of fossils found in each rock layer were quite different from those in other strata.

6

„Princip stejných zkamenělin“



Princip uniformity - aktualismu

PRINCIPLE OF UNIFORMITARIANISM based on realizing that "The Present is the key to the Past.,,

- To understand past, study processes at work today.
- Origin of rocks understood by how rocks form now.
- Geologic processes are uniform through Earth history, with only a few minor exceptions.
- Rates that processes work are NOT uniform.

a more general statement saying: "The laws of nature are constant thru time.,,

- Scientific experiments always give same results.
- Actualism is a fundamental concept of all science; it was generalized from geological uniformitarianism.

Differences in the past

Chemical parameters

- Different salinity of the oceans – Precambrian
- Composition of the atmosphere
- Different sediments (some U deposits, banded iron formations)

Evolution of biological systems

- Hadaikum – no life
- Absence of floral cover
- Changes in environmental requirements

Different intensity of geological processes – orogenic cycles, climatic oscillations

Different astronomical parameters – slower the rotation of Earth

LENGTH OF THE DAY

Narrative:

The length of day and number of days per year is slowly changing.

Tidal friction on Earth of lunar and solar tides slows it down. Also, the moon is slowly retreating from the Earth.

Rate: rotation - slows by 1.7 milliseconds/year
moon retreat - 5 cm/year

Geophysical calculations of slowing are validated by evidence from fossils - which record daily bands and lunar cycles.

(primarily the frequency and magnitude of tides)

-Stromatolites

-Corals

-Bivalves

900 million years B.C. -- day: 18 hours; 440 days/year

150 million years B.C. -- day: 23.5 hours; 370 days/year
(late Jurassic)

Modern -- day: 24 hours; 365.25 days/year

Circadian rhythm in higher animals does not adjust to a period of less than 17-19 hours per day.

Therefore, records the time of emergence of metazoans.

Stratigrafické hranice / kontakty Geometrické vyjádření hranic vrstev

1. Boundaries - Contacts

- Contacts separate different rock types

a) Conformable

-No rocks or interpreted time is missing

-b) Unconformable - unconformity

- Rocks and or interpreted time is missing at the contact

(1) Angular Unconformity fig. 8.5

- Angular discordance of bedding

(2) Disconformity Fig. 8.4

- Irregular erosional surface

- Nonirregular erosional surface

(3) Nonconformity

-Sed. rocks overlie older, massive igneous and/or metamorphic rocks

(4) Diasthem – minor depositional break without erosion

1. Konkordance

2. Diskordance

- skrytá
(disconformity)

- úhlová (angular
unconformity)

- nonconformity

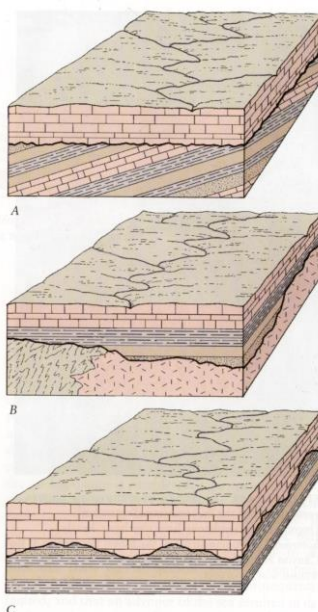


FIGURE 3-47 Three types of erosional unconformities. (A) Angular unconformity, (B) Nonconformity, (C) Disconformity.

Úhlová
diskordance

Nonconformita

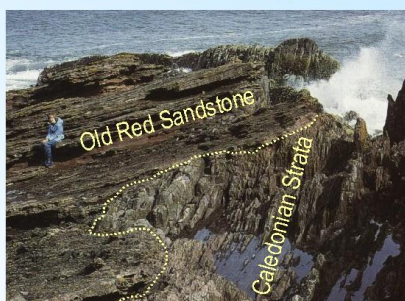
Skrytá
diskordance



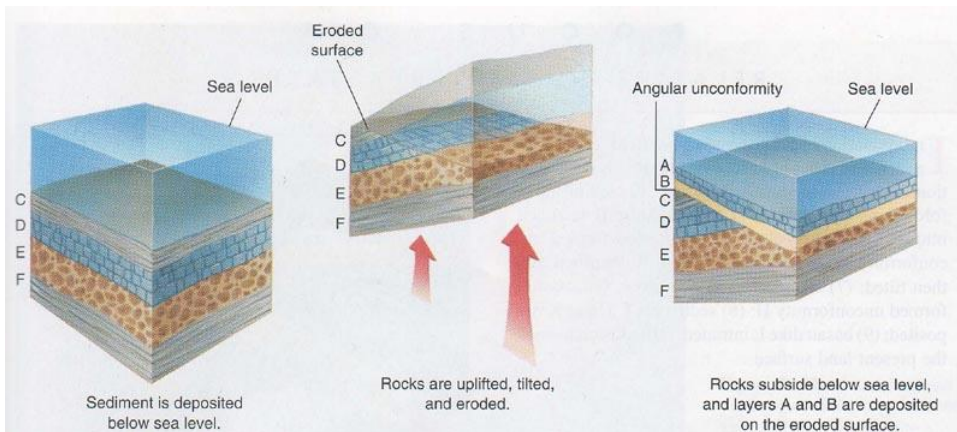
Úhlová diskordance

Hutton Reads the Unconformity at Siccar Point, Scotland

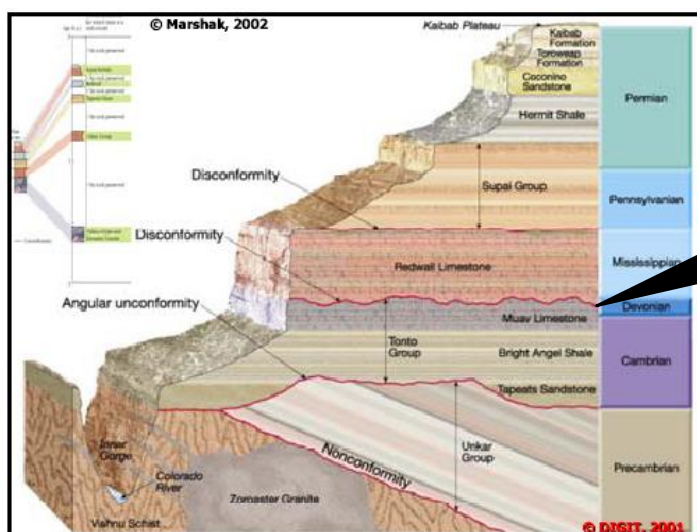
- Unconformity is ancient erosion surface buried by younger strata
- Gently dipping strata of the Old Red sandstone rest on truncated vertical beds of Caledonian strata
- What do you see?



Posloupnost procesů vzniku úhlové diskordance



Híát: přerušení sedimentace, časové vyjádření mezery v sedimentárním záznamu

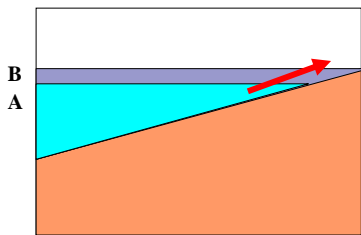


Skrytá diskordance s hiátem: ordovik - silur



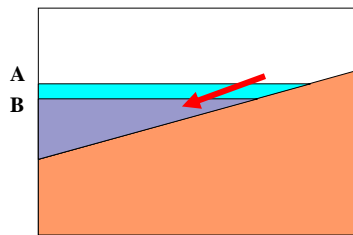
Transgrese

- Posun pobřežní čáry směrem na souš
- Posun erozní báze směrem na souš



Regrese

- Posun pobřežní čáry směrem do moře
- Posun erozní báze směrem do moře

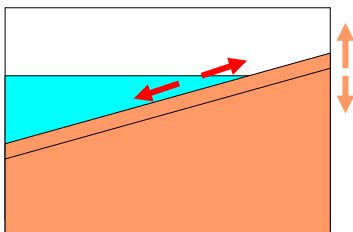


Příčiny transgresí a regresí

Subsidence (pokles podloží) a výzdvih (podloží)

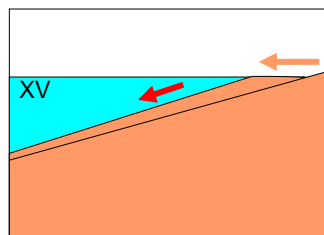
Subsidence → transgrese

Výzdvih → regrese



Přísun sedimentu

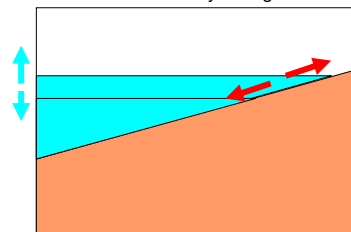
Rychlý přísun sedimentu → regrese



Změny mořské hladiny

Vzestup mořské hladiny → transgrese

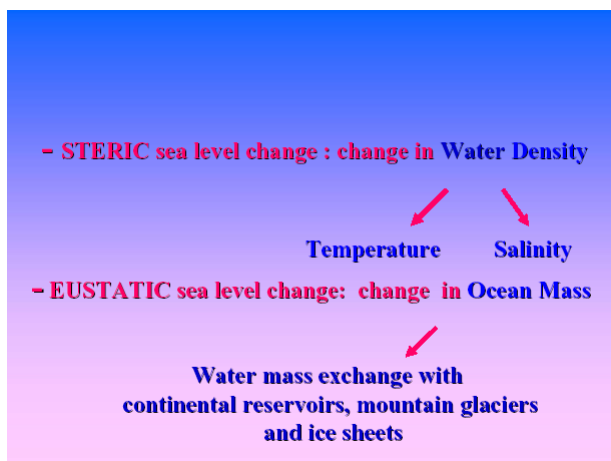
Pokles mořské hladiny → regrese



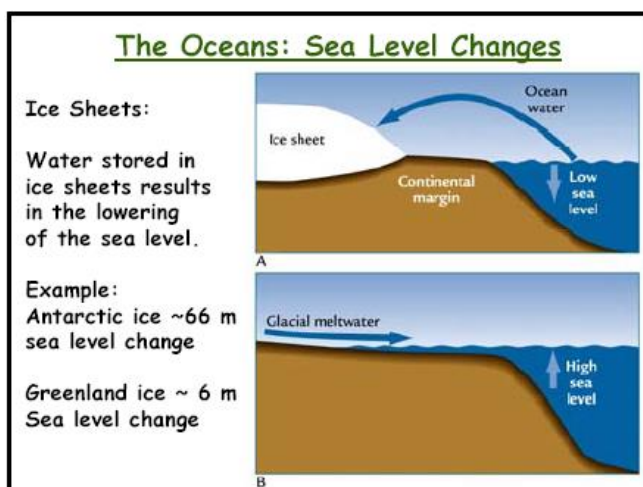


Příčiny poklesu a vzestupu hladiny světového oceánu:

1. Sterické (změny v hustotě mořské vody)
2. Eustatické (změny v objemu mořské vody)



Glacioeustatické změny mořské hladiny:
Fixace mořské vody v ledovcích → pokles hladiny



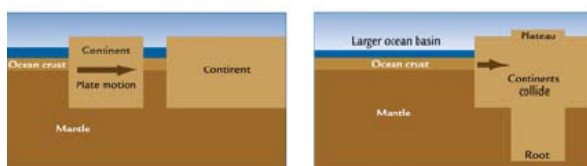


Tektonické příčiny změn hladiny mořské vody:
Kontinentální kolize → z většení plochy
světového oceánu – eustatický pokles mořské
hladiny

The Oceans: Sea Level Changes

Collision of continents increases the area of ocean basins, and hence increases the volume of ocean basins, resulting in a drop of the sea level.

Example: Collision of India and Asia resulted in
40 m sea level drop.



Tektonické příčiny změn hladiny mořské vody:
Zvýšení rychlosti rozpínání oceánů → zvýšení
objemu středooceánských hřbetů – eustatický
pokles mořské hladiny (a naopak, viz obrázek)

The Oceans: Sea Level Changes

The degree of **ocean floor expansion** varies with **sea floor spreading rates**.

The changes in the "height" of the ocean floor alter the **volume of the ocean basins** and their capacity to hold water:

Fast spreading = high sea level

Slow spreading = low sea level

$\Delta \sim 200\text{--}300\text{ m}$

